


ОТВЕТЫ --->>СКАЧАТЬ https://archive.org/details/@guap4736_vkclub152685050

Имя

- Индивидуальное задание
- ЛР исследование гистерезиса ферромагнитных материалов
- ЛР определение горизонтальной составляющей напряженности магнитного поля зе...
- ЛР определение удельного заряда электрона
- ЛР определение электроемкости конденсатора
- ЛР процессы установления тока при разрядке и зарядке конденсаторов
- Методички
- тест LMS 1
- Экзамен
- Бипризма Френеля 1
- Кольца Ньютона 1
- КОНТАКТЫ
- Литвинова Надежда Николаевна
- ЛР исследование магнитного поля соленоида
- ЛР кольца Ньютона
- ЛР Проверка законов теплового излучения
- Определение горизонтальнойсоставляющей напряженности магнитного поля земли 1
- Определение горизонтальнойсоставляющей напряженности магнитного поля земли 2
- Определение горизонтальнойсоставляющей напряженности магнитного поля земли 3
- Определение горизонтальнойсоставляющей напряженности магнитного поля земли 4
- Определение периода релаксационных колебаний при помощи электронного осцил...
- Определение периода релаксационных колебаний при помощи электронного осцил...
- Определение электроемкости конденсатора с помощью баллистического гальваном...
- Определение электроемкости конденсатора с помощью баллистического гальваном...

ОТВЕТЫ -->>СКАЧАТЬ https://yadi.sk/d/PgjdK_eMGWoIJQ

ГУАП

Кафедра № 3

Отчёт защищен с оценкой хор.

Преподаватель

| | | |
|---|---|---|
| профессор, д-р физ.-мат. наук | 1.10.18 | Рутьков Е.В. |
| должность, уч. степ., звание | дата, подпись | ФИО |

# Отчёт о лабораторной работе №1

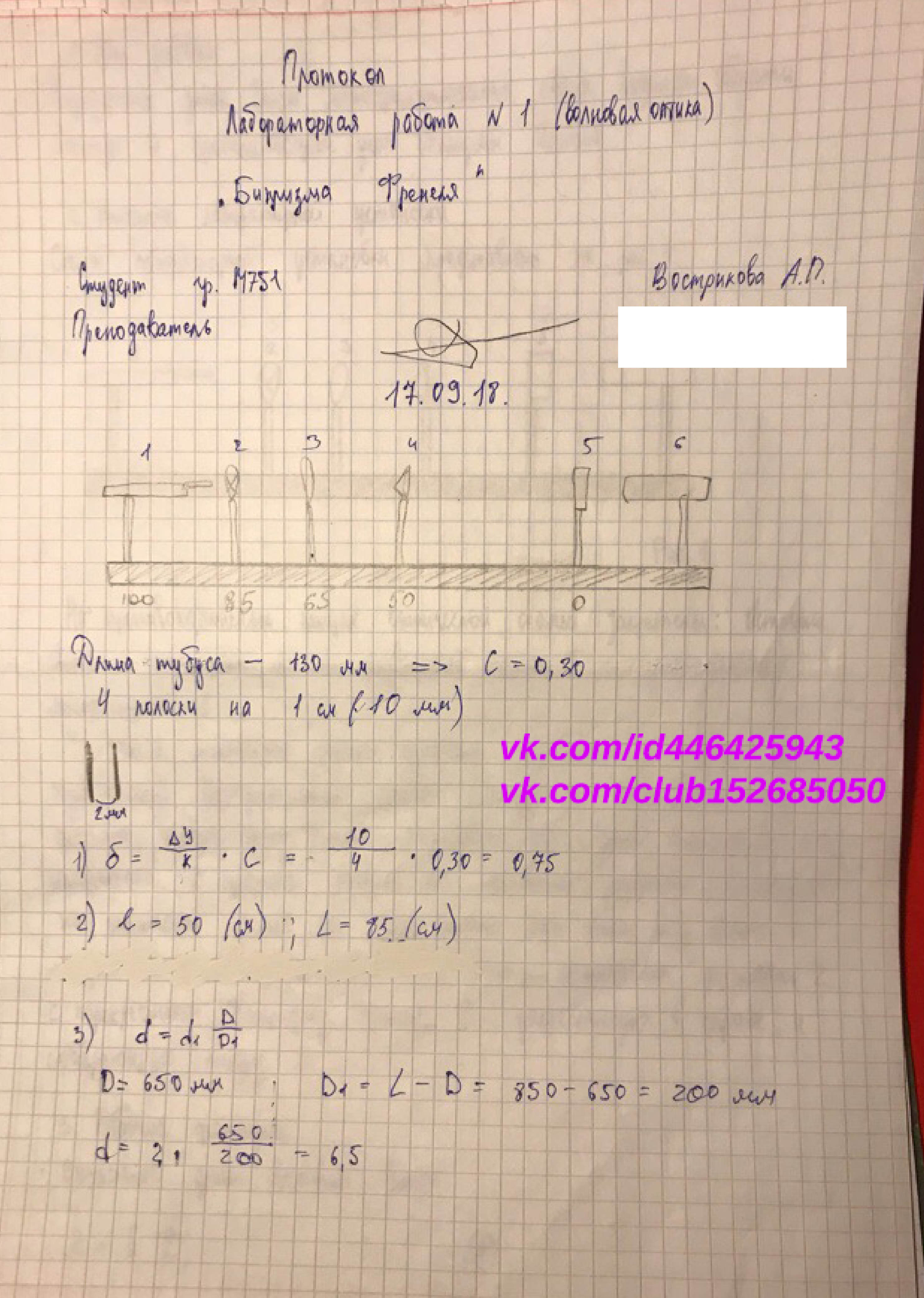
## Бипризма Френеля

по курсу общая физика

Работу выполнила

Студентка [redacted] подпись [redacted]

Санкт-Петербург 2018



# Протокол

## Лабораторная работа № 1 (Волновая оптика)

## „Бипризма Френеля"

Студент гр. М751 Вострикова А.П.

Преподаватель

17.09.18.



Длина тубуса — 130 мм => $C = 0{,}30$

4 полоски на 1 см (10 мм)

2 мм

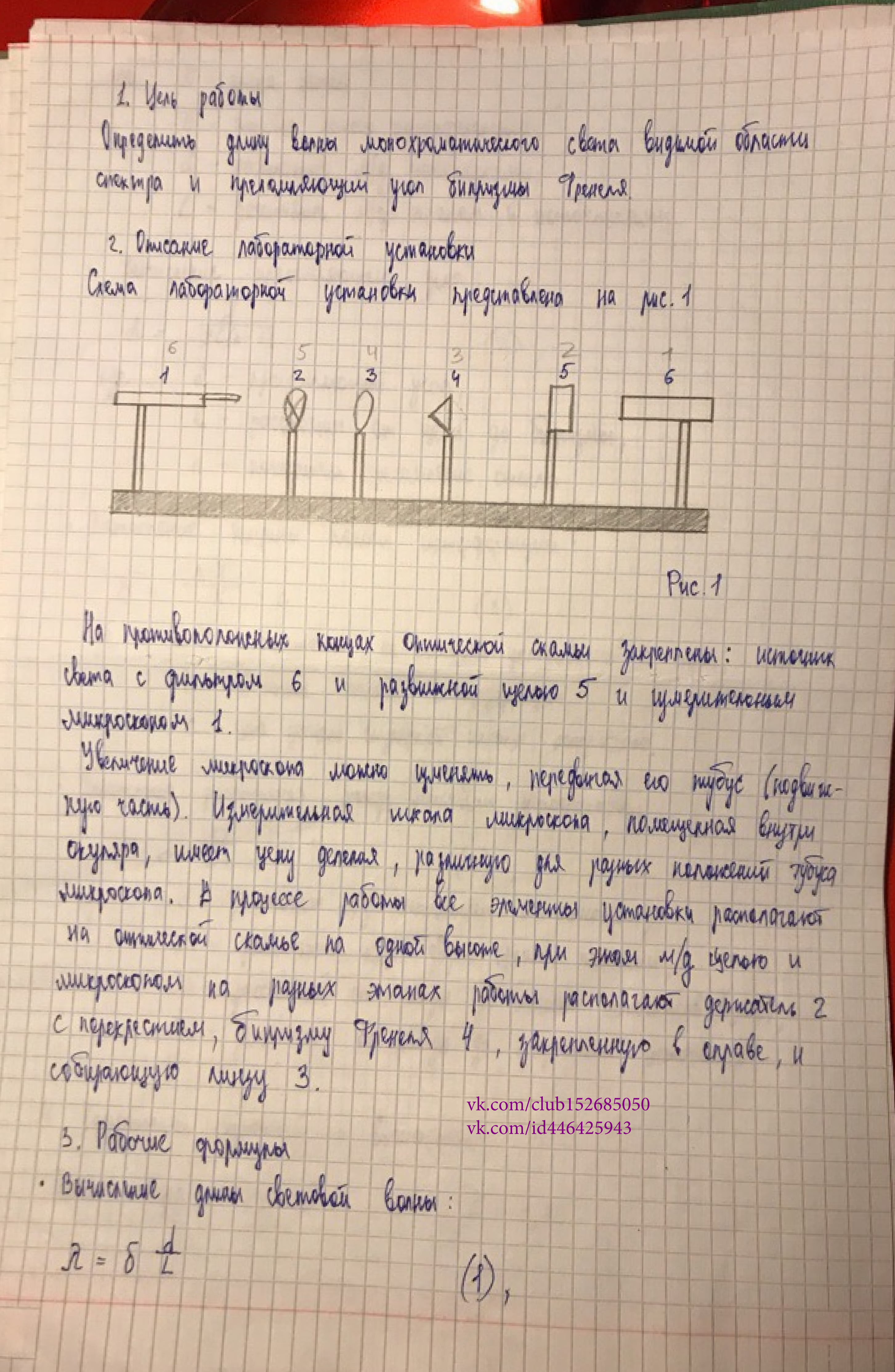
1) $б = \frac{\Delta y}{k} \cdot C = \frac{10}{4} \cdot 0{,}30 = 0{,}75$

2) $l = 50$ (см); $L = 85$ (см)

3) $d = d_1 \frac{D}{D_1}$

$D = 650$ мм; $D_1 = L - D = 850 - 650 = 200$ мм

$d = 2 \cdot \frac{650}{200} = 6{,}5$



1. Цель работы

Определить длину волны монохроматического света видимой области спектра и преломляющий угол бипризмы Френеля.

2. Описание лабораторной установки

Схема лабораторной установки представлена на рис. 1



Рис. 1

На противоположных концах оптической скамьи закреплены: источник света с фильтром 6 и раздвижной щелью 5 и измерительным микроскопом 1.

Увеличение микроскопа можно изменять, передвигая его тубус (подвижную часть). Измерительная шкала микроскопа, помещенная внутри окуляра, имеет цену деления, различную для разных положений тубуса микроскопа. В процессе работы все элементы установки располагают на оптической скамье на одной высоте, при этом м/д щелью и микроскопом на разных этапах работы располагают держатель 2 с перекрестием, бипризму Френеля 4, закрепленную в оправе, и собирающую линзу 3.



3. Рабочие формулы

• Вычисление длины световой волны:

$$\lambda = \delta \frac{d}{L} \quad (1),$$

где $\lambda$ – длина волны,

$\delta$ – ширина полосы интерференции,

$d$ – расстояние м/д источниками,

$L$ – расстояние м/д экраном и источниками

- Вычисление преломляющего угла:

$$\alpha = \frac{d}{2\ell(n-1)} \qquad (2),$$

где $\alpha$ – преломляющий угол,

$\ell$ – расстояние от щели до бипризмы,

$n$ – показатель преломления стекла.



- Вычисление ширины полосы интерференции:

$$\delta = \frac{\Delta Y}{k} \cdot c \qquad (3),$$

где $\Delta Y$ – расстояние, на котором укладывается $k$ полос,

$k$ – светлые полосы интерференции,

$c$ – цена деления окулярной шкалы микроскопа.

- Вычисление расстояния между мнимыми источниками:

$$d = d_1 \frac{D}{D_1} \qquad (4),$$

где $d$ – расстояние м/д мнимыми источниками,

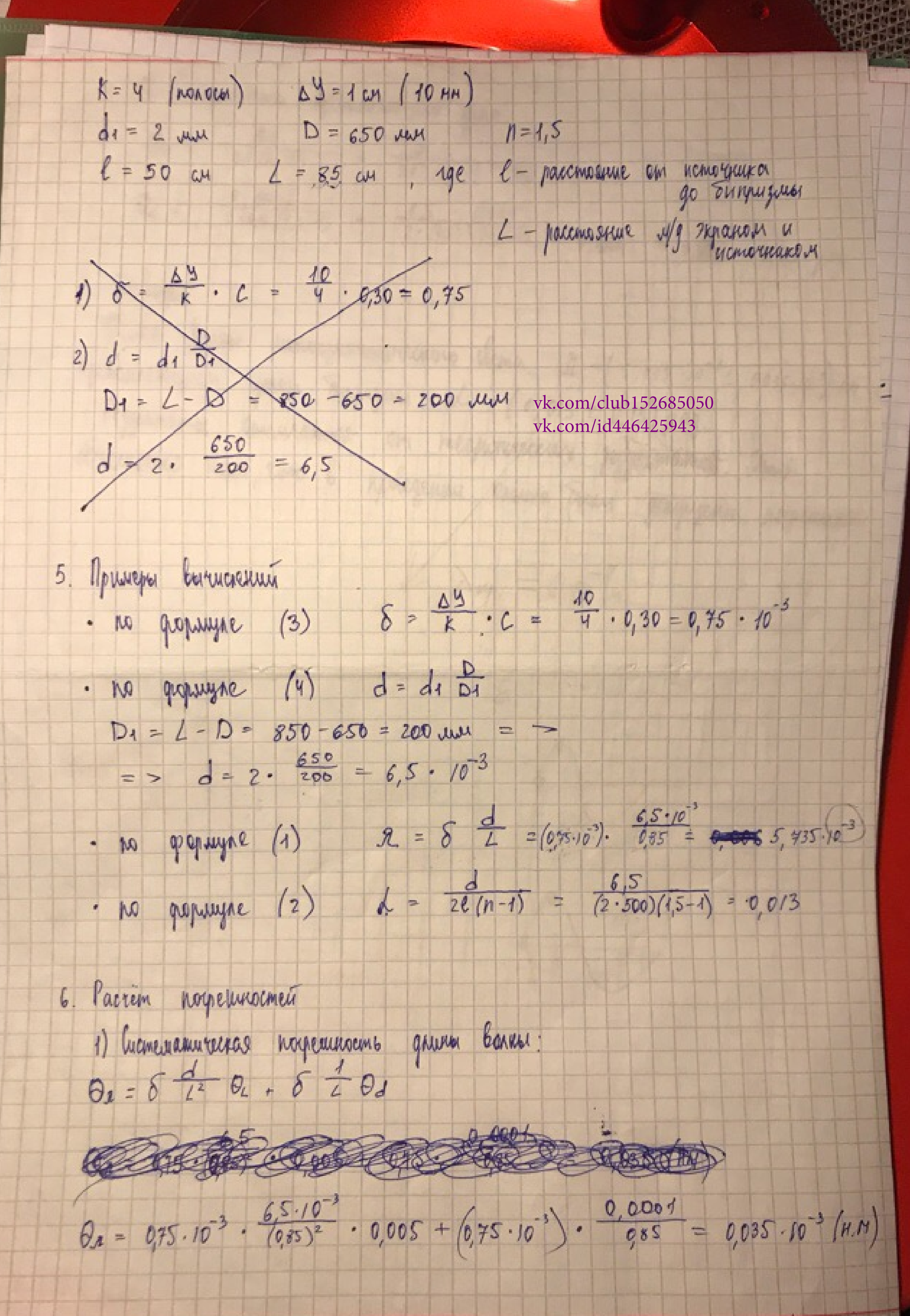
$d_1$ – расстояние м/д двумя яркими полосами,

$D$ – расстояние от линзы до мнимых источников (щель),

$D_1$ – расстояние от линзы до изображений источников

4. Результаты измерений и вычислений

Длина тубуса – 130 мм => $C = 0,30$



$K = 4$ (полосы) $\Delta Y = 1$ см (10 мм)

$d_1 = 2$ мм $D = 650$ мм $n = 1{,}5$

$l = 50$ см $L = 85$ см, где $l$ – расстояние от источника до бипризмы

$L$ – расстояние м/д экраном и источником

~~1) $\delta = \frac{\Delta Y}{K} \cdot C = \frac{10}{4} \cdot 0{,}30 = 0{,}75$~~

~~2) $d = d_1 \frac{D}{D_1}$~~

~~$D_1 = L - D = 850 - 650 = 200$ мм~~

~~$d = 2 \cdot \frac{650}{200} = 6{,}5$~~



5. Примеры вычислений

• по формуле (3) $\delta = \frac{\Delta Y}{K} \cdot C = \frac{10}{4} \cdot 0{,}30 = 0{,}75 \cdot 10^{-3}$

• по формуле (4) $d = d_1 \frac{D}{D_1}$

$D_1 = L - D = 850 - 650 = 200$ мм =>

=> $d = 2 \cdot \frac{650}{200} = 6{,}5 \cdot 10^{-3}$

• по формуле (1) $\lambda = \delta \frac{d}{L} = (0{,}75 \cdot 10^{-3}) \cdot \frac{6{,}5 \cdot 10^{-3}}{0{,}85} = 5{,}735 \cdot 10^{-3}$

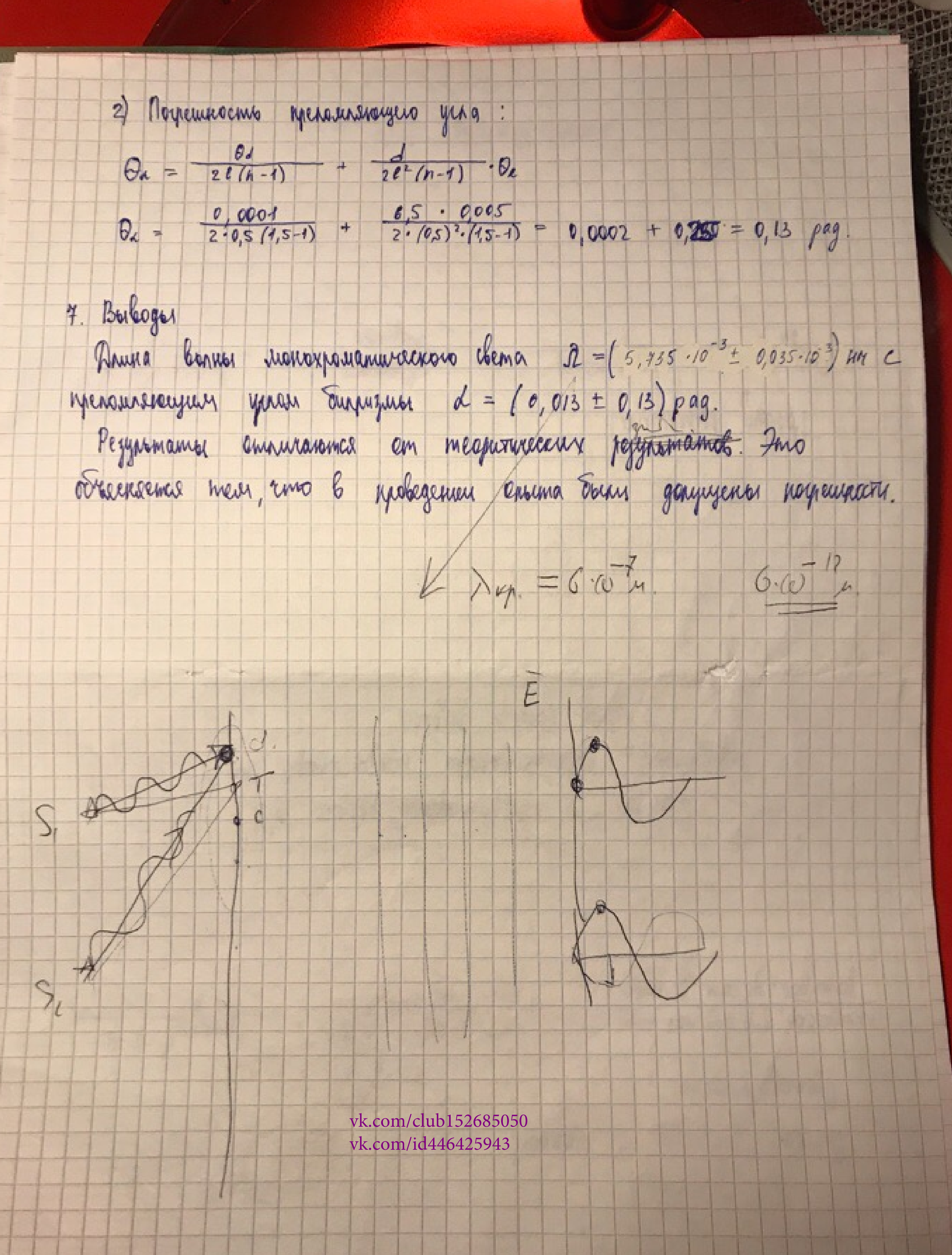
• по формуле (2) $\alpha = \frac{d}{2l(n-1)} = \frac{6{,}5}{(2 \cdot 500)(1{,}5-1)} = 0{,}013$

6. Расчёт погрешностей

1) Систематическая погрешность длины волны:

$\Theta_\lambda = \delta \frac{d}{L^2} \Theta_L + \delta \frac{1}{L} \Theta_d$

$\Theta_\lambda = 0{,}75 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{6{,}5 \cdot 10^{-3}}{(0{,}85)^2} \cdot 0{,}005 + (0{,}75 \cdot 10^{-3}) \cdot \frac{0{,}0001}{0{,}85} = 0{,}035 \cdot 10^{-3}$ (н.м)



2) Погрешность преломляющего угла:

$$\Theta_\alpha = \frac{\Theta_d}{2l(n-1)} + \frac{d}{2l^2(n-1)} \cdot \Theta_l$$

$$\Theta_\alpha = \frac{0,0001}{2 \cdot 0,5(1,5-1)} + \frac{6,5 \cdot 0,005}{2 \cdot (0,5)^2 \cdot (1,5-1)} = 0,0002 + 0,[illegible] = 0,13 \text{ рад.}$$

7. Выводы

Длина волны монохроматического света $\lambda = (5,735 \cdot 10^{-3} \pm 0,035 \cdot 10^{-3})$ нм с преломляющим углом бипризмы $\alpha = (0,013 \pm 0,13)$ рад.

Результаты отличаются от теоретических ~~результатов~~. Это объясняется тем, что в проведении опыта были допущены погрешности.

$\lambda_{кр.} = 6 \cdot 10^{-7}$ м    $6 \cdot 10^{-17}$ м

## Лабораторная работа № 1

## БИПРИЗМА ФРЕНЕЛЯ

*Цель работы:* определить длину волны монохроматического света видимой области спектра и преломляющий угол бипризмы Френеля.

### Методические указания

Волны, разность фаз которых остается постоянной в течение всего времени наблюдения, называются когерентными. При наложении когерентных световых волн в пространстве происходит перераспределение светового потока так, что в одних местах наблюдается усиление, а в других – ослабление интенсивности света. Это явление называется интерференцией. Если на пути когерентных волн в области, где они налагаются, поставить экран, то на нем можно наблюдать интерференционную картину.

Рассмотрим интерференционную картину, получаемую при наложении волн от двух точечных когерентных источников $S_1$ и $S_2$ на плоском экране Э, параллельном прямой, соединяющей источники (рис. 1). Пусть расстояние между источниками – $d$, расстояние между экраном и источниками – $L$. Для простоты будем считать, что источники испускают когерентные волны одинаковой амплитуды. Рассмотрим результат интерференции в некоторой точке В, находящейся от источников $S_1$ и $S_2$ на расстояниях $r_1$ и $r_2$, соответственно. Поля, создаваемые в точке $B$ источниками $S_1$ и $S_2$, имеют вид

$$E_1 = E_0 \cos(\omega t - kr_1),\ E_2 = E_0 \cos(\omega t - kr_2), \qquad (1)$$

где $k = \dfrac{2\pi}{\lambda}$ – волновое число; $\lambda$ – длина волны; $\omega$ – круговая частота; $E_0$ – амплитуда.

Суммарное поле в точке $B$ (при условии, что колебания $E_1$ и $E_2$ совершаются вдоль одной прямой) будет

$$E = E_1 + E_2 = 2E_0 \cos\frac{k(r_2 - r_1)}{2} \cos\left(\omega t - \frac{k(r_1 + r_2)}{2}\right). \qquad (2)$$

Его амплитуда $A = \left|2E_0 \cos\dfrac{k(r_2 - r_1)}{2}\right|$ изменяется при перемещении точки В вдоль оси y и зависит от величины $\Delta = r_2 - r_1$, называ-

емой разностью хода волн. Интенсивность света пропорциональна квадрату амплитуды

$$I = 4E_0^2 \cos^2 \frac{\pi\Delta}{\lambda}. \qquad (3)$$

При $\Delta = m\lambda$ ($m = 0, 1, 2,...$) интенсивность света будет максимальной ($I_{max} = 4I_0$); при $\Delta = (2m+1)\dfrac{\lambda}{2}$, – минимальной ($I_{min} = 0$).

Определим $\Delta = r_2 - r_1$ для точки экрана с координатой $Y$. Будем рассматривать интерференционную картину лишь вблизи центра экрана (точки О) на расстояниях, малых по сравнению с $L$. Тогда

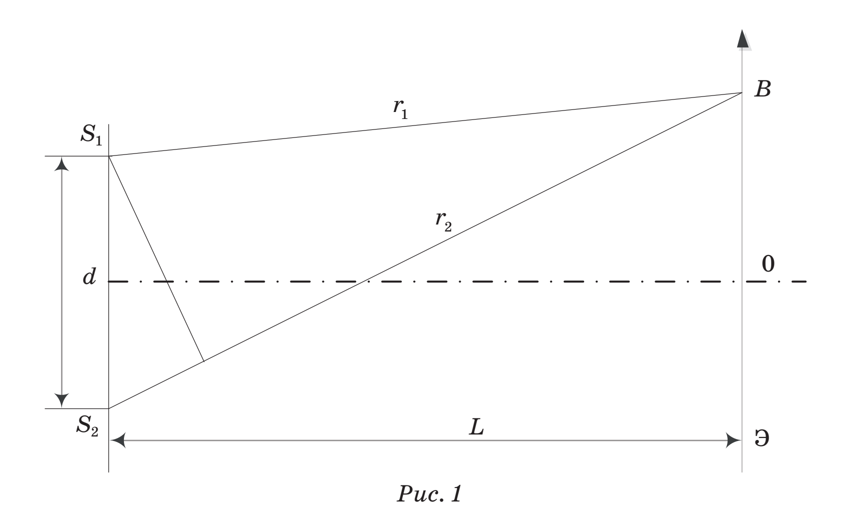



*Рис. 1*

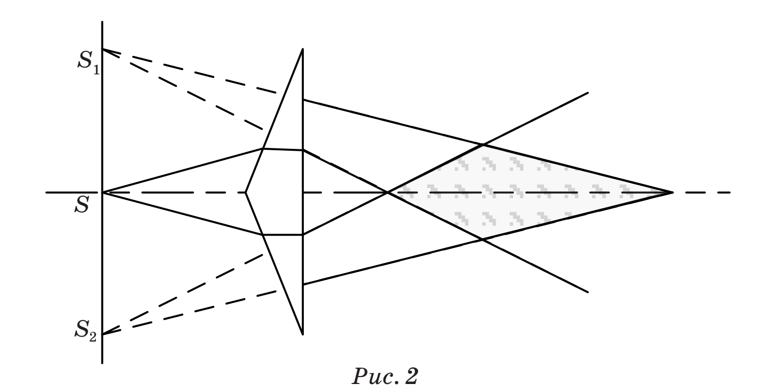



*Рис. 2*

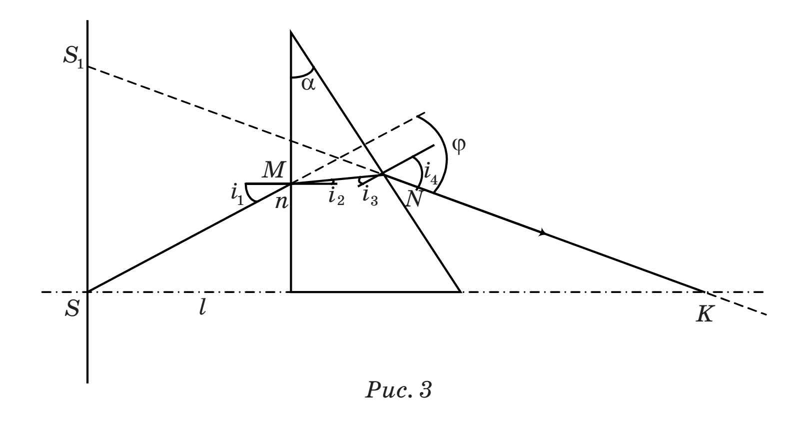



*Рис. 3*

$$\Delta = r_2 - r_1 = \frac{Yd}{L}. \quad (4)$$

Распределение интенсивности вдоль оси $OY$ определяется выражением

$$I(Y) = 4I_0 \cos^2 \frac{\pi d}{\lambda L} Y. \quad (5)$$

Расстояние $\delta$ между соседними максимумами или минимумами интерференции равно

$$\delta = Y_m - Y_{m-1} = \lambda \frac{L}{d}. \quad (6)$$

Величину $\delta$ называют шириной полосы интерференции.

Соотношение **(6)** можно использовать для нахождения длины световой волны

$$\lambda = \delta \frac{d}{L}. \quad (7)$$

Светящееся тело состоит из отдельных атомов, каждый из которых излучает в моменты времени, совершенно не связанные друг с другом. Вследствие этого начальная фаза суммарной волны быстро и произвольно изменяется. Излучение источников, разность фаз которых изменяется, является некогерентным. Наблюдать же можно интерференционную картину, которая получается в результате сложения только когерентных волн и является устойчивой во времени и в пространстве.

Получить когерентные волны можно различными способами, например, разделив исходную волну на две. Одним из устройств, позволяющих достичь этой цели, является бипризма Френеля. Она представляет собой сложенные основаниями две одинаковые призмы с малым преломляющим углом (в оптике основанием призмы принято называть ту ее грань, которая лежит против преломляющего угла). Ход лучей через бипризму от точечного источника $S$ показан на рис. 2. Пучок лучей преломляется на гранях призм, и за призмами идут два перекрывающиеся пучка света, которые можно рассматривать как бы исходящими из двух мнимых изображений $S_1$ и $S_2$ источника света $S$. Область наложения пучков лучей является областью интерференции.

Для наблюдения интерференции с помощью бипризмы Френеля обычно в качестве источника берут узкую щель, расположенную параллельно преломляющей грани бипризмы. Тогда за бипризмой будут распространяться две когерентные цилиндрические волны, исходящие из двух мнимых изображений щели.

Определим расстояние между этими мнимыми источниками $S_1$ и $S_2$. Пусть $\alpha$ – преломляющий угол, а $n$ – показатель преломления стекла, из которого изготовлена бипризма. Рассмотрим ход луча $SMNK$, падающего на бипризму под углом $i_1$ (рис. 3). Поскольку расстояние от бипризмы до источника много больше размера бипризмы, угол $i_1$ будет малым и $\sin i_1 \approx i_1$. Тогда угол отклонения луча $\varphi$ из геометрических соображений и закона преломления света будет

$$\varphi = i_1 + i_4 - \alpha,\ i_2 = \frac{1}{n} i_1,\ i_3 = \alpha - i_2 = \alpha - \frac{1}{n}\, i_1,$$
$$i_4 = n i_3 = n\alpha - i_1,\ \varphi = \alpha(n-1). \qquad (8)$$

Таким образом, угол $\varphi$ зависит только от $\alpha$ и $n$, а продолжения всех преломленных лучей после прохождения через бипризму соберутся в одной точке $S_1$, являющейся мнимым изображением источника света $S$, причем

$$S_1S_2 = 2S_1S = d = 2l\alpha(n-1), \qquad (9)$$

где $l$ – расстояние от источника $S$ до бипризмы. Тогда

$$\alpha = \frac{d}{2l(n-1)}, \qquad (10)$$

т.е., измерив расстояния $d$ и $l$ и зная $n$, можно определить преломляющий угол бипризмы.

## Описание лабораторной установки

На противоположных концах оптической скамьи закреплены: источник света с фильтром *1* и раздвижной щелью *2* и измерительный микроскоп *6* (рис. 4).

Увеличение микроскопа можно изменять, передвигая его тубус (подвижную часть). Измерительная шкала микроскопа, помещенная внутри окуляра, имеет цену деления, различную для разных положений тубуса микроскопа. В процессе работы все элементы установки располагают на оптической скамье на одной высоте, при этом между щелью и микроскопом на разных этапах работы располагают держатель *5* с перекрестием, бипризму Френеля *3*, закрепленную в оправе, и собирающую линзу *4*.

## Порядок выполнения работы

1. На оптической скамье устанавливают источник света, щель и микроскоп. Включают источник света. Проверяют, на одной ли высоте находятся все элементы установки.

2. Определяют положение фокальной плоскости микроскопа. Для этого перед микроскопом помещают держатель с перекрестием нитей. Перемещая держатель вдоль скамьи и одновременно наблюдая в микроскоп, добиваются четкого изображения нитей. Изображение будет резким, когда перекрестие находится в фокальной плоскости микроскопа. Отмечают это положение по шкале на оптической скамье. Измеряют расстояние $L$ между щелью и фокальной плоскостью.

3. Получают интерференционную картину. Для этого между щелью и микроскопом на оптической скамье (примерно посредине) располагают держатель с бипризмой. Чтобы проверить, попадает ли свет, прошедший бипризму, в объектив микроскопа, раскрывают шире щель и на пути пучка света располагают лист белой бума-

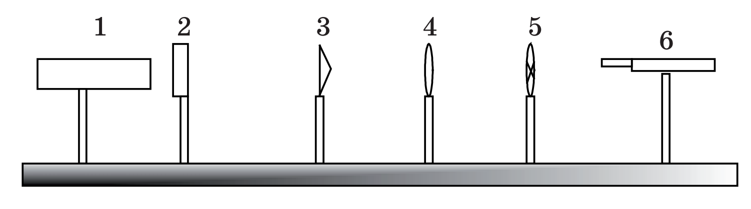



*Рис. 4*

ги сначала перед бипризмой – светлая полоса должна быть посредине бипризмы. Затем лист помещают за бипризмой, на нем должна быть видна не очень широкая светлая полоса на ровном фоне. При перемещении листа бумаги по направлению к микроскопу эта полоса должна попасть в объектив микроскопа. Если светлая полоса не попадает в объектив, необходимо немного повернуть микроскоп вокруг вертикальной оси. После этого сужают щель и наблюдают интерференционную картину в окуляр микроскопа. Если полосы интерференции окажутся расплывчатыми, надо изменить ширину щели или положение бипризмы. Интерференционная картина будет достаточно четкой при условии параллельности щели и ребра тупого двухгранного угла бипризмы. Бипризму можно поворачивать в оправе вокруг горизонтальной оси с помощью специального винта, связанного с оправой.

Наблюдая интерференционную картину в микроскоп и одновременно поворачивая бипризму, добиваются максимальной резкости интерференционной картины.

Для определения длины волны монохроматического света и преломляющего угла бипризмы необходимо, как видно из формул (7) и (10), измерить расстояние $\delta$ между соседними полосами интерференции, расстояние $d$ между мнимыми источниками, расстояние $L$ от щели до фокальной плоскости микроскопа (поскольку интерференционная картина наблюдается в фокальной плоскости микроскопа) и расстояние $l$ от щели до бипризмы.

4. Определяют расстояние $\delta$. Для этого с помощью окулярной шкалы микроскопа измеряют расстояние $\Delta Y$, на котором укладывается $k$ светлых полос интерференции. Тогда

$$\delta = \frac{\Delta Y}{k} c, \qquad (11)$$

где $c$ – цена деления окулярной шкалы микроскопа.

5. Измеряют расстояние $l$ между щелью и бипризмой.

6. Определяют расстояние $d$. Для этого на оптическую скамью между бипризмой и микроскопом помещают линзу. Наблюдая в микроскоп и перемещая линзу вдоль скамьи, находят такое положение линзы, при котором видны две яркие полосы – изображения мнимых источников. Измеряют расстояние $d_1$ между этими изображениями по шкале микроскопа (с учетом цены деления). Расстояние $d$ находят, пользуясь формулой для увеличения тонкой линзы

$$d = d_1 \frac{D}{D_1}, \tag{12}$$

где $D$ – расстояние от линзы до мнимых источников (до щели), измеряют это расстояние по шкале на оптической скамье; $D_1$ – расстояние от линзы до изображений этих источников, их наблюдают в фокальной плоскости микроскопа, $D_1 = L - D$.

## Порядок вычислений и требования к отчету

1. По формулам (11) и (12) вычисляют величины $\delta$ и $d$. Используя полученные значения $\delta$, $d$ и $L$, вычисляют по (7) величину $\lambda$. Оценивают систематическую погрешность $\theta_\lambda$.
2. Определяют преломляющий угол $\alpha$ по формуле (10), оценивают $\theta_\alpha$.
3. Приводят окончательные результаты с погрешностями.

## Контрольные вопросы

1. В чем состоит явление интерференции, каковы условия наблюдения интерференции?
2. Как скажутся на качестве интерференционной картины немонохроматичность источника света, размеры источника света?
3. Получите выражение для ширины интерференционных полос, наблюдаемых на установке с бипризмой Френеля.
4. Какова ширина области интерференции в плоскости экрана, находящегося на расстоянии $L$ от бипризмы?